

**Also published as:**

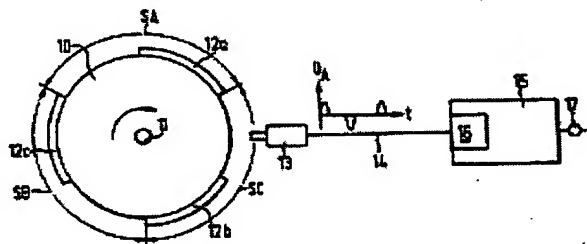
WO9307497 (A1)  
EP0563347 (A1)  
US5428991 (A1)  
EP0563347 (A0)  
EP0563347 (B1)

**Classification:**

**Priority number(s):** DE19914133679 19911011

**Report a data error here**

The description relates to a process with the aid of which the inaccuracies in the individual segments occurring during the manufacture of a pick-up wheel can be electronically corrected. To this end, in the recognised deceleration running, when there are therefore no rotation speed fluctuations, the duration of the spacing between two segment flanks of the same polarity is measured and the values thus obtained are stored. These values are a measure of the different segment lengths and are taken into account in the calculations made during normal internal combustion engine running to determine the exact rotation speed. The correction or adaptation permits highly accurate rotation speed determination which can be used to calculate precisely the uneven running and hence to recognise misfiring.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

USPS EXPRESS MAIL  
EV 636 852 165 US  
AUGUST 1 2006

4964



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 41 33 679 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F02D 41/00**  
G 01 P 3/481  
G 01 M 1/16

⑳ Aktenzeichen: P 41 33 679.8  
㉑ Anmeldetag: 11. 10. 91  
㉒ Offenlegungstag: 22. 4. 93

㉑ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE; Audi AG,  
8070 Ingolstadt, DE

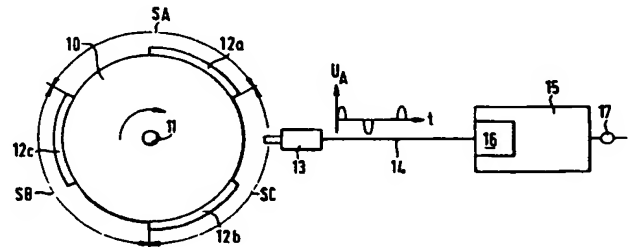
㉒ Erfinder:

Müller, Werner, Dipl.-Phys., 7101 Untergruppenbach,  
DE; Wimmer, Wolfgang, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 7101  
Erlenbach, DE; Klenk, Martin, Dipl.-Ing., 7150  
Backnang, DE; Kantschar, Anton, 7147 Eberdingen,  
DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Adaption von mechanischen Toleranzen eines Geberrades

⑤⑦ Es wird ein Verfahren beschrieben, mit dessen Hilfe die bei der Herstellung eines Geberrades auftretenden Ungenauigkeiten der einzelnen Segmente auf elektronischem Weg korrigiert werden. Dazu werden im erkannten Schubtrieb, wenn also keine Drehzahlschwankungen auftreten, die Zeitdauer der Abstände zwischen zwei Segmentflanken gleicher Polarität gemessen und die so erhaltenen Werte abgespeichert. Diese Werte sind ein Maß für die unterschiedlichen Segmentlängen, sie werden bei den im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine ablaufenden Berechnungen zur exakten Drehzahlmittlung berücksichtigt. Die Korrektur bzw. Adaption ermöglicht eine hochpräzise Drehzahlbestimmung, die sich zur exakten Berechnung der Laufunruhe und damit zur Erkennung von Verbrennungsaussetzern heranziehen läßt.



DE 41 33 679 A 1

USPS EXPRESS MAIL  
EV 636 852 165 US  
AUGUST 1 2006

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Adaption von mechanischen Toleranzen eines Geberrades nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Es ist bekannt, zur Erfassung einer bestimmten Stellung einer Welle, beispielsweise der Kurbelwelle oder der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine, eine Geberscheibe, an deren Oberfläche Markierungen angebracht sind, an der betreffenden Welle zu befestigen und die Markierungen mit einem feststehenden Aufnehmer abzutasten. Dabei werden im Aufnehmer, beispielsweise einem induktiven Aufnehmer, von den vorbeilaufenden Markierungen Spannungsimpulse induziert, die in einer nachfolgenden Auswerteschaltung bzw. einem nachfolgenden Steuergerät verarbeitet werden, wobei aus den zeitlichen Abständen der Spannungsimpulse die Drehzahl der Welle berechnet wird.

Eine Vorrichtung, mit der auf diese Weise die Drehzahl sowie die Winkelstellung der Welle ermittelt wird, ist beispielsweise aus der EP 01 88 433 bekannt. Dabei wird ein Geberrad mit einer Vielzahl von Winkelmarken abgetastet und die erhaltene Spannung in eine Rechteckspannung umgeformt. Aus den zeitlichen Abständen gleichartiger Winkelmarkenflanken wird die Drehzahlinformation gewonnen. Diese bekannte Einrichtung hat den Nachteil, daß die Winkelmarken entweder sehr exakt ausgeführt sein müssen, so daß die Abstände zwischen gleichartigen Winkelmarkenflanken sehr genau sind, oder daß die Festlegung der Drehzahl nur ungenau erfolgen kann.

Im ersten Fall ist eine sehr aufwendige und kostenintensive Herstellung erforderlich, im zweiten Fall ist die Drehzahlmessung so ungenau, daß sie für moderne Brennkraftmaschinen nicht verwendet werden kann.

Aus der DE-OS 30 18 496 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung eines Winkels bekannt, bei dem oder der ein mit einer sich drehenden Welle verbundenes Geberrad mit einer Vielzahl von Markierungen von einem Aufnehmer abgetastet wird, wobei zur Steigerung der Genauigkeit in einem Eichlauf zunächst die Abstände zwischen den einzelnen Winkelmarken ausgemessen werden, diese Meßwerte gespeichert werden und in einem nachfolgenden Auswerteverfahren zur Messung eines Winkels berücksichtigt werden.

Die bekannte Vorrichtung bzw. das bekannte Verfahren zeigen jedoch nicht, daß aus dem zeitlichen Abstand gleichartiger Winkelmarkenflanken eine exakte Bestimmung der Drehzahl der Welle möglich ist, außerdem hat die bekannte Vorrichtung bzw. das bekannte Verfahren den Nachteil, daß vor Inbetriebnahme ein Eichlauf durchgeführt werden muß und eine Überprüfung bzw. Anpassung an gegebenenfalls veränderte Parameter während des Betriebes nicht mehr erfolgen kann.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die Adaption der Geberradtoleranzen auch während des Betriebes erfolgen kann, wenn Bedingungen vorliegen, bei denen sichergestellt ist, daß keine Drehzahlveränderungen bzw. Drehzahlsschwankungen auftreten, dies ist üblicherweise im Schubbetrieb der Fall.

Durch Überprüfung der Adaptionswerte kann jederzeit festgestellt werden, wieweit die Adaption bereits fortgeschritten ist. Durch Filterung der Korrekturwerte und Filterung der Adaptionswerte läßt sich eine besonders genaue Adaption durchführen.

Besonders vorteilhaft ist, daß nach erfolgter Adaption aus den einzelnen Impulsabständen die Drehzahl sehr genau bestimmt werden kann, auch wenn die Winkelmarken nicht besonders exakt gefestigt sind, so daß unterschiedlich lange Segmente entstehen, da die unterschiedlichen Segmentlängen bereits kompensiert sind.

Mit Hilfe dieser exakten Drehzahlwerte ist eine besonders zuverlässige Aussetzererkennung möglich, da die beim Auftreten von Verbrennungsaussetzern eintretenden Drehzahlsschwankungen zuverlässig erkannt werden, damit ist ebenfalls eine sehr zuverlässige Bestimmung der Laufruhe der Brennkraftmaschine möglich.

Durch die in weitem Unteranspruch aufgeführten Maßnahmen lassen sich zusätzliche Vorteile des in Anspruch 1 beanspruchten Verfahrens erzielen.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Dabei zeigt Fig. 1 den grundsätzlichen Aufbau des Geberrades sowie des Aufnehmers und der nachfolgenden Auswerteschaltung, in Fig. 2 ist eine typische, vom Aufnehmer gelieferte, jedoch bereits aufbereitete Impulsfolge dargestellt, Fig. 3 zeigt ein Flußdiagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens und in Fig. 4 ist der Verlauf der Winkelfehler über einer Anzahl von Kurbelwellenumdrehungen aufgetragen.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 ist ein Geberrad 10 abgebildet, das mit der Kurbelwelle 11 einer Brennkraftmaschine verbunden ist und an seiner Oberfläche drei Markierungen 12a, 12b und 12c aufweist. In der Nähe der Oberfläche des Geberrades 10 ist ein Aufnehmer 13 angeordnet, der über eine Leitung 14 mit einem Steuergerät 15 verbunden ist.

Zwischen dem Aufnehmer 13 und dem Steuergerät 15 bzw. im Steuergerät 15 selbst ist noch eine Auswerte-

schaltung 16 angeordnet, in der die vom Aufnehmer 13 gelieferten Signale in geeigneter Weise verarbeitet werden. Weiterhin ist gemäß Fig. 1 noch eine Anzeige 17 vorgesehen, die mit dem Steuergerät 15 verbunden ist und von diesem angesteuert wird.

Der Bereich zwischen dem vorderen Teil der Markierung 12a und dem vorderen Teil der Markierung 12c wird als Segment SA bezeichnet, zwei weitere Segmente SB und SC werden in ähnlicher Weise gebildet.

Im Betrieb der Brennkraftmaschine dreht sich die Kurbelwelle 11 und damit auch das Geberrad 10, der Beginn und das Ende einer jeden Winkelmarke erzeugt im Aufnehmer 13 einen positiven bzw. einen negativen Spannungsimpuls, die Pulsfolge ist in Fig. 1 als  $U_A(t)$  dargestellt.

Das in Fig. 1 abgebildete Geberrad mit den drei Segmenten SA, SB und SC ist für einen Sechszylindermotor geeignet, bei dem pro Verbrennungszyklus für eine optimale Auswertung sechs Impulse benötigt werden. Die im folgenden angegebenen Berechnungen beziehen sich ebenfalls auf einen Sechszylindermotor.

Die in Fig. 2 angegebene Impulsfolge  $U_p(t)$ , die durch Umformung von  $U_A(t)$  gewonnen und im Steuergerät 15 ausgewertet wird, weist folgende Eigenschaften auf: Die Abstände zwischen den einzelnen Impulsen sind, auf die Kurbelwellenstellung bezogen  $120^\circ$  KW. Auf die Zeit  $t$  bezogen entspricht der Abstand zwischen den ersten beiden Impulsen  $SA(t)$  der Zeitdauer, die verstreicht während das Segment SA den Aufnehmer 13 passiert.  $SB(t)$  und  $SC(t)$  sind entsprechend die Zeitdauern, die während des Vorbeilaufens der Segmente SB bzw. SC verstreichen.  $SA(t)$ ,  $SB(t)$  und  $SC(t)$  werden als Segmentdauern bezeichnet.

$SA(t+1)$ ,  $SB(t+1)$  und  $SC(t+1)$  sind die entsprechenden Zeitdauern, eine Kurbelwellenumdrehung später. Entsprechendes gilt für die weiteren Zeitdauern  $SA(t+2)$  usw.

Anhand des in Fig. 3 dargestellten Flußdiagramms soll nun das erfindungsgemäße Verfahren zur Adaption von mechanischen Toleranzen eines Geberrades erläutert werden.

In einem ersten Schritt S1 wird überprüft, ob sich der Motor im Schubetrieb befindet. Dazu wird überprüft, ob sich der Motor im Null-Lastbereich befindet und ob sich die Drehzahl in einem Bereich zwischen 1800 und 3000 Umdrehungen pro Minute befindet. Diese beiden Bedingungen sind Voraussetzungen dafür, daß Schubetrieb vorliegt.

Wenn im ersten Schritt S1 erkannt wird, daß sich der Motor im Schubetrieb befindet, wird in einem weiteren Schritt S2 die Adaption begonnen. Eine Adaption der Winkelmarken im Schubetrieb ist möglich, da die Laufruhe durch die Schwungmasse des Motors im Schubetrieb nahezu den Wert Null erreicht, daß also keine Drehzahlschwankungen vorliegen. Während eines solchen Betriebszustandes kann davon ausgegangen werden, daß sämtliche Intervalle zwischen äquidistanten Winkelmarken gleich groß sein müßten. Eine gemessene Abweichung kann daher zu Korrekturzwecken der mechanischen Abweichungen für die Winkelmarken verwendet werden.

Zur Realisierung der Adaption werden zunächst in einem Schritt S3 die Segmentabweichungen  $\Delta AB(t)$ ,  $\Delta AC(t)$  ... berechnet. Dazu werden einzelnen Segmentdauern  $SA(t)$ ,  $SB(t)$ ,  $SC(t)$ ,  $SA(t+1)$ , ... gemessen. Aus diesen gemessenen Zeiten wird nach Ablauf einer Nockenwellenumdrehung, also nach Ablauf zweier Umdrehungen der Kurbelwelle, die Berechnung begonnen, dabei werden die Segmentabweichungen jeweils auf das Segment SA bezogen. Die Rechnung selbst erfolgt nach folgenden Formeln:

$$AB(t) = SA(t) + \frac{SA(t+2) - SA(t)}{Z} - SB(t)$$

$$AC(t) = SA(t) + \frac{2 [SA(t+2) - SA(t)]}{Z} - SC(t)$$

$$AB(t+1) = SA(t) + \frac{4 [SA(t+2) - SA(t)]}{Z} - SB(t+1)$$

$$AC(t+1) = SA(t) + \frac{5 [SA(t+2) - SA(t)]}{Z} - SC(t+1)$$

Der Faktor Z im Nenner der vier Gleichungen entspricht der Zylinderzahl, im vorliegenden Ausführungsbeispiel wäre  $Z = 6$ .

Da die Berechnung nach Ablauf einer Nockenwellenumdrehung, also nach zwei Kurbelwellenumdrehungen durchgeführt wird, muß zur Berechnung der Segmentabweichung bei der ersten Umdrehung  $\Delta AB(t)$  bzw.  $\Delta AC(t)$  die Segmentdauer der zweiten Kurbelwellenumdrehung  $SA(t+2)$  in die Berechnung aufgenommen werden.

Die im Schritt S3 berechneten Segmentabweichungen  $\Delta AB(t)$ ,  $\Delta AC(t)$ , ... werden im Schritt S4 einer Dynamikkompensation unterworfen. Dabei wird nach Überschreiten einer maximalen Dynamik, wenn also die Segmentdauerdifferenz  $SA(t+2) - SA(t)$  zu groß wird, wird die Adaption abgebrochen.

Weiterhin wird eine Auswahl der kleinsten Abweichung für die Drehzahlkorrektur vorgenommen, dabei werden die beiden, sich jeweils entsprechenden Segmentabweichungen  $\Delta AB(t)$  und  $\Delta AB(t+1)$  bzw.  $\Delta AC(t)$  und  $\Delta AC(t+1)$  zunächst auf gleiches Vorzeichen überprüft. Ergibt dieser Vergleich, daß beide sich entsprechenden Segmentabweichungen gleiches Vorzeichen aufweisen, wird der kleinere der beiden Werte als Adaptions-Meßwert verwendet. Durch diese Vorgehensweise wird sichergestellt, daß nur der Anteil, der bei beiden enthalten ist, zur Adaption herangezogen wird.

Die erhaltenen Adaptions-Meßwert für die Segmente SB und SC werden durch das Referenzzeitsegment

SA(t) dividiert, so daß die Abweichung als winkelpportionale drehzahlunabhängige Größe XSB bzw. XSC vorliegt.

Wenn die beiden sich entsprechenden Segmentabweichungen ungleiche Vorzeichen aufweisen, werden die entsprechenden Adaptionsmeßwerte XSB bzw. XSC gleich Null gesetzt.

- 5 Im Schritt S5 werden die am Ende von Schritt S4 vorliegenden Adaptions-Meßwerte XSB bzw. XSC einem digitalen Tiefpaßfilter zugeführt und geglättet. Die so erhaltenen Adaptions-Meßwerte ASB(t) und ASC(t) berechnen sich nach den Formeln:

$$\text{ASB}(t) = K1 \cdot \text{ASB}(t-1) + (1-K1) \cdot \text{XSB},$$

10 
$$\text{ASC}(t) = K1 \cdot \text{ASC}(t-1) + (1-K1) \cdot \text{XSC}.$$

Der Faktor K1 stellt einen Filterfaktor dar, er kann Werte zwischen 0 und 1 aufweisen, wobei bei  $K1 > 0$  eine schwache und bei  $K1 < 1$  eine starke Mittelung erfolgt.

- 15 Eine Begrenzung der Adaptions-Meßwerte ASB(t) und ASC(t) auf plausible Maximalwerte erhöht die Zuverlässigkeit des Verfahrens, Adaptions-Meßwerte die diese plausible Grenze übersteigen, werden daher nicht verwendet.

Die am Ende des Schrittes 5 erhaltenen und gefilterten Adaptions-Meßwerte ASB(t) und ASC(t) werden in einem Schritt S6 in einem nichtflüchtigen Speicher des Steuergeräts abgelegt, sie stehen damit für weitere Auswertungen zur Verfügung.

- 20 Im Schritt S7 wird die Abweichung des Adaptions-Meßwertes XSB von dem geglätteten Wert ASB ermittelt und in einem weiteren digitalen Tiefpaßfilter geglättet. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Abweichung des Adaptions-Werts XSC vom geglätteten Wert ASC bzw. die Abweichung aller weiteren, Segmentzeiten entsprechenden Meßwerte zu entsprechenden Filterwerten sich ähnlich verhalten wie die Abweichung XSB zu ASB. Die entsprechenden Einschwingwerte FE SB1(t) und FE SB2(t) werden nach folgender Formel gebildet:

25 
$$\text{FE SB1}(t) = K2 \cdot \text{FE SB1}(t-1) + (1-K2) \cdot [\text{ASB}(t) - \text{XSB}(t)],$$

$$\text{FE SB2}(t) = K2 \cdot \text{FE SB2}(t-1) + (1-K2) \cdot [\text{ASB}(t) - \text{XSB}(t)].$$

- 30 Der zweite Filterfaktor K2 kann beispielsweise 0,996 betragen, er sollte jedoch wesentlich kleiner sein als der Faktor K1 bei der Filterung der Adaptions-Werte.

Von den beiden Werten FE SB1 und FE SB2 wird der Betrag gebildet und wenn der Betrag von FE SB1 oder FE SB2 größer als ein Festwert FREFmin ist, dann wird der Laufunruhe-Referenzwert LUR auf einen drehzahlabhängigen Minimalwert REFmin begrenzt, FREFmin entspricht dem für die Funktion erforderlichen Toleranzwert und REFmin ist proportional zu dem ohne Adaption realisierbaren Toleranzwert.

- 35 Sind die Werte FE SB1 und FE SB2 über einen längeren Zeitraum kleiner als FREFmin, kann die Adaption abgeschaltet werden, bzw. der Filterfaktor K1 vergrößert werden. Sie kann jedoch beim nächsten Kundendienst wieder aktiviert werden, dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn das Geberrad oder das Steuergerät ausgewechselt werden.

- 40 Die am Ende des Schrittes S7 erhaltenen Einschwingwerte FE SB1(t) und FE SB2(t) werden in einem Schritt S8 in einem nichtflüchtigen Speicher des Steuergeräts abgelegt und stehen für weitere Auswertungen bzw. Berechnungen zur Verfügung.

Nach dem Neustart der Adaption bzw. bei der ersten Inbetriebnahme werden folgende Werte vorgegeben:

- 45 für die Adaptions-Meßwerte:  $\text{XSB} = \text{XSC} = 0,$   
für die Adaptions-Mittelwerte:  $\text{ASB} = \text{ASC} = 0,$   
für die Einschwingwerte:  $\text{FE SB1} = X,$   
 $\text{FE SB2} = -X.$

- 50 X entspricht dabei einen Wert, der der größten zulässigen Toleranz bei der Fertigung des Geberrades entspricht. Als Anfangswerte für die Filter werden die zwei äußersten Toleranzwerte verwendet.

Wenn im Schritt S1 erkannt wird, daß sich der Motor nicht im Schubetrieb befindet, läuft im Steuergerät die normale Motorsteuerung ab, zusätzlich wird ein Schritt S9 aktiviert, der letztendlich die Aussetzererkennung auslöst.

- 55 Wird die Aussetzererkennung durchgeführt, bevor eine Adaption erfolgt ist, werden die beim Neustart bzw. der ersten Inbetriebnahme vorgegebenen Werte verwendet, die Schrittfolge S2 bis S8 muß nicht notwendigerweise vor der Schrittfolge S9 bis S14 ablaufen.

Nach Beginn der Aussetzererkennung werden in einem Schritt S10 die im nichtflüchtigen Speicher gespeicherten Adaptionswerte XSB, XSC eingelesen und zur Korrektur der Meßwerte der Segmentdauer verwendet.

- 60 Dabei wird der Adaptions-Mittelwert ASB bzw. ASC (je nach Segment bzw. Zylinderndummer) mit der Segmentdauer multipliziert, als Ergebnis ergibt sich die korrigierte Segmentdauer, mit der die weiteren Berechnungen zur Aussetzererkennung ablaufen. Für das Segment SA werden keine Korrekturen vorgenommen.

- Die korrigierten Segmentdauern SB(t), SC(t) und die nichtkorrigierte Segmentdauern SA(t) werden im Schritt S11 zur genauen Ermittlung der Drehzahl verwendet, wobei in, beispielsweise aus der DE-OS 28 07 376, bekannter Weise die Proportionalität der Drehzahl zum Kehrwert der (korrigierten) Segmentdauer ausgenutzt wird. Aus diesen genauen Drehzahlwerten wird in einem Schritt S11 die Laufunruhe berechnet und außerdem ein Schwellwert bzw. ein Laufunruhe-Referenzwert Lur, der für die im Schritt S14 durchgeführte Aussetzererkennung benötigt wird.

Die Berechnung der Laufunruhe bzw. die Aussetzererkennung aus den präzisen Drehzahlwerten erfolgt in

üblicher Weise durch Vergleich der Drehzahländerungen mit einem vorgegebenen Schwellwert und soll hier nicht näher erläutert werden. Beispiele für solche Aussetzererkennungen sind der DE-OS 39 17 978 zu entnehmen.

Im Schritt S12 wird überprüft, ob der Lernfortschritt ausreichend ist. Ist dies nicht der Fall, wird in einem Schritt S13 ein neuer drehzahlabhängiger Minimalwert für den Schwellwert gebildet und es erfolgt anschließend im Schritt S14 die Aussetzererkennung.

Wird im Schritt S12 erkannt, daß der Lernfortschritt ausreichend ist, erfolgt direkt die Aussetzererkennung im Schritt S14.

Bei Überschreiten bestimmter Grenzwerte wird im Schritt S14 die Adaption abgeschaltet, außerdem umfaßt dieser Schritt noch das Aufstellen einer Statistik zur Aussetzererkennung.

In einem weiteren Schritt S15 erfolgt eine Anzeige sobald ein Verbrennungsaussetzer erkannt wird.

In Fig. 4 sind die Veränderungen der Winkelfehler in Abhängigkeit einer Anzahl von Kurbelwellenumdrehungen aufgetragen, die sich bei einer Auswertung ergaben. Diese Winkelfehler wurden jeweils im Schubbetrieb ermittelt.

Im obersten Bereich der Fig. 4 sind eine Anzahl A, A', A'' von Bereichen aufgetragen, die durch vertikale Linien voneinander getrennt sind. Jeder Bereich zwischen zwei solchen Linien stellt einen erkannten Schubbereich dar. Durch Aneinandersetzen solcher Bereiche wurde ein Gesamtbereich, der sich über 5000 Kurbelwellenumdrehungen erstreckt erhalten, innerhalb dieses gesamten Bereichs erfolgte die Adaption. Dabei ergaben sich für die Veränderungen der einzelnen Größen die in der Fig. 4 dargestellten Werte, die oberste Kurve B zeigt die Änderungen für das Einschwingen der Filter, sie geht gegen Null, wenn die Adaption eingeschwungen ist. Die mittlere Kurve C zeigt den Winkelfehler bzw. die Segmentabweichung für das Segment SB und die unterste Kurve D den Winkelfehler für das Segment SC. Die beiden Werte sind zunächst auf Null gesetzt und erreichen mit zunehmender Adaption ihre tatsächlichen Werte.

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel sowie das in Fig. 3 gezeigte Flußdiagramm für das Verfahren zur Adaption von mechanischen Toleranzen eines Geberrades lassen sich weitgehend verallgemeinern. So kann beispielsweise ein anderes Geberrad mit einer Vielzahl von Marken eingesetzt werden, ebenso ist es möglich, ein Geberrad mit wechselnden magnetischen Eigenschaften an seiner Oberfläche einzusetzen, wobei jeweils zu beachten ist, daß Geberrad 10 und Aufnehmer 13 in geeigneter Weise aufeinander abgestimmt sind, beispielsweise kann ein aus ferromagnetischem Material gefertigtes Geberrad mit einem Induktivsensor abgetastet werden.

Für eine Brennkraftmaschine mit anderer Zylinderzahl als sechs sind nicht drei, sondern Z/2-Segmente auszuwerten, wobei Z der Zylinderzahl entspricht.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Adaption von mechanischen Toleranzen eines Geberrades, mit einer Anzahl von Markierungen, deren Abstand näherungsweise gleich ist und die von einem Aufnehmer abgetastet werden, der eine Pulsfolge liefert, deren zeitlicher Abstand gemessen und abgespeichert wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Geberrad mit einer sich drehenden Welle einer Brennkraftmaschine in Verbindung steht, daß geprüft wird, ob sich die Brennkraftmaschine im Schubbetrieb befindet und daß bei erkanntem Schubbetrieb das zweite und die folgenden Zeitintervalle zum ersten Zeitintervall in bezug gesetzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Geberrad mit der Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine verbunden ist und die Zahl der Marken (12) gleich der halben Zylinderzahl der Brennkraftmaschine ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Zeitintervall die Segmentdauer (SA(t)), das zweite Zeitintervall (SB(t)) und das dritte Zeitintervall (SC(t)) ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abweichungen der Zeitintervalle voneinander gefiltert werden und die gefilterten Meßwerte als Adaptionswerte verwendet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Abweichung der Zeitintervalldifferenzen vom Adaptionswert in einem zweiten Filter gefiltert und mit einer Schwelle verglichen werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus jeder Segmentdauer die Drehzahl berechnet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die durch Adaption korrigierten Drehzahlen miteinander verglichen werden zur Ermittlung der Drehzahlschwankungen, daß ein Schwellwert gebildet wird, der mit den Drehzahlschwankungen verglichen wird zur Bestimmung der Laufruhe.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwellwert auf einen drehzahlabhängigen Minimalwert begrenzt ist, wenn die Adaption noch nicht vollständig ist.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß aus den ermittelten Drehzahlschwankungen ein Verbrennungsaussetzer erkannt und angezeigt wird, wenn die Drehzahlschwankung den Schwellwert überschreitet.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

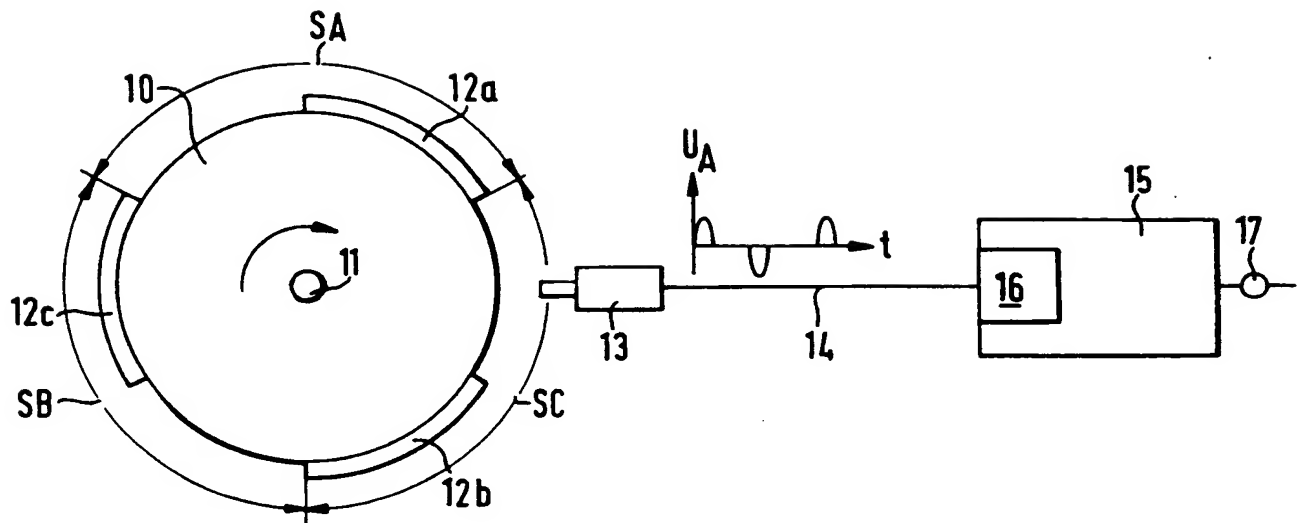


Fig. 2

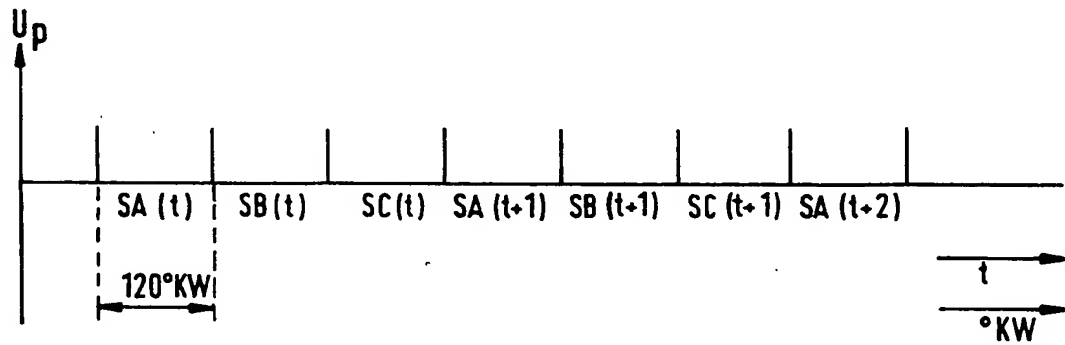


Fig.3

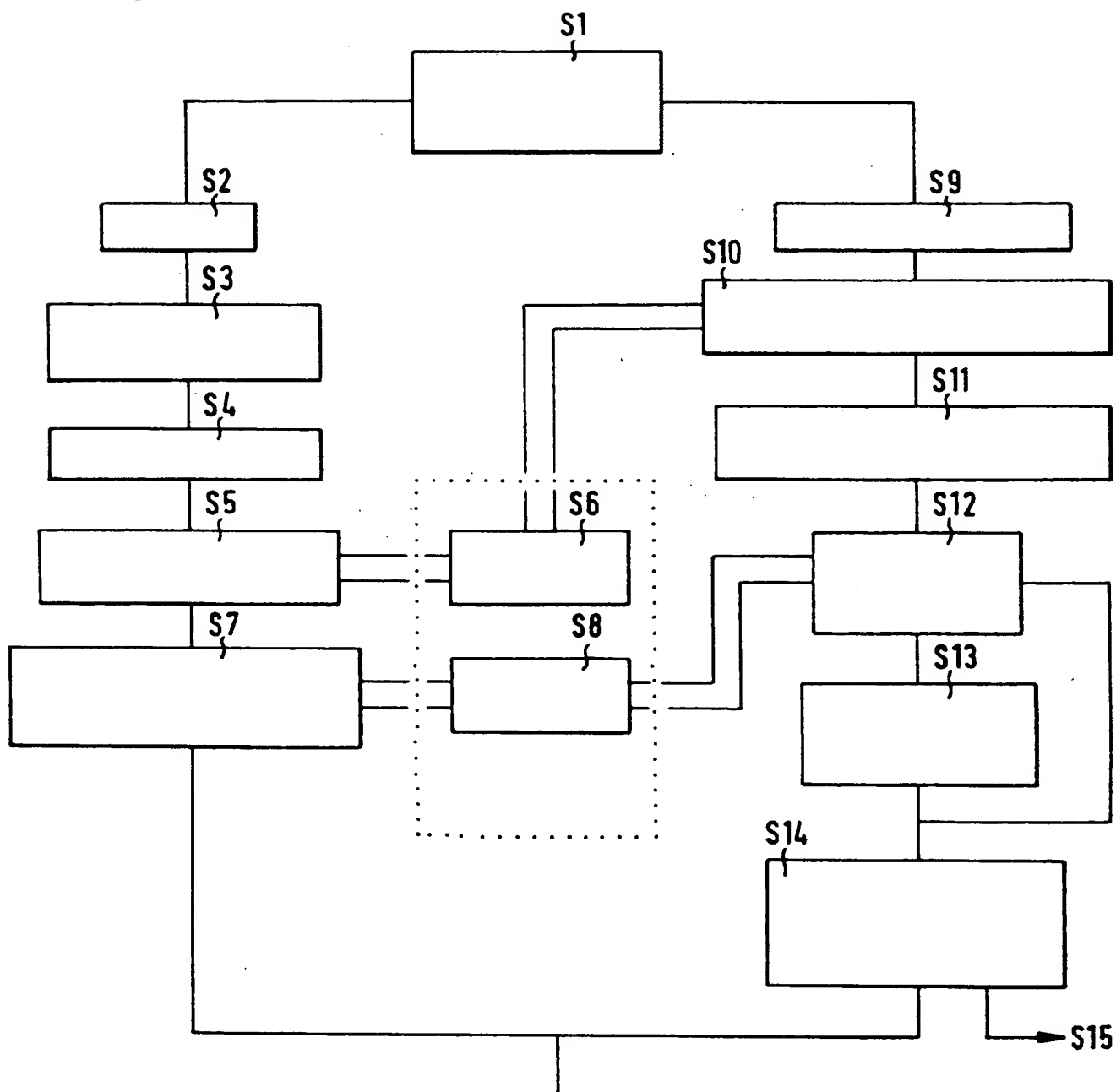




Fig. 4

